

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ
МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

УДК 378

doi: 10.20998/2078-7782.2020.2.01

Надія Бєлікова

доктор економічних наук, доцент, професор кафедри економіки та маркетингу
Харківського національного економічного університету ім. С. Кузнеця; Харків, Україна
ORCID: 0000-0002-5082-2905
E-mail: nadezdabelikova@gmail.com

Данііл Шматков

кандидат педагогічних наук, доцент, докторант кафедри креативної педагогіки та
інтелектуальної власності Українська інженерно-педагогічна академія; Харків, Україна
ORCID: 000-0003-2952-4070
E-mail: d.shmatkov@uipa.edu.ua

**МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-
МЕТРОЛОГІВ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА**

Анотація: розглянуто методи формування змісту навчання майбутніх інженерів-метрологів на засадах дидактичної редукції. Запропоновано використання інтегрального моделювання, кластеризації, методів візуалізації змісту. Встановлено відповідність запропонованих методів предметній галузі житлово-комунального господарства.

Ключові слова: зміст навчання, інженер-метролог, дидактична редукція, житлово-комунальне господарство, вища освіта.

Nadiia Bielikova

doctor of economics, professor of economics and marketing department, Simon Kuznets
Kharkiv National University of Economics; Kharkiv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-5082-2905
E-mail: nadezdabelikova@gmail.com

Daniil Shmatkov

Ph.D. in the teaching methods, associate professor, postdoctoral researcher in the department
of creative pedagogy and intellectual property, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy;
Kharkiv, Ukraine
ORCID 0000-0003-2952-4070
E-mail: d.shmatkov@uipa.edu.ua

**METHODS OF FORMING A LEARNING CONTENT FOR FUTURE ENGINEERS-
METROLOGISTS ON THE PUBLIC UTILITIES SUBJECT AREA**

Abstract: methods of forming the learning content for future engineers-metrologists on the principles of didactic reduction are considered. The use of integral modeling, clustering, methods of the content visualization are proposed. The conformity of the proposed methods to the subject area of public utilities are established.

© Надія Бєлікова, Данііл Шматков, 2020

Key words: learning content, engineer-metrologist, didactic reduction, public utilities, higher education.

Надежда Беликова, Даниил Шматков

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ
ИНЖЕНЕРОВ-МЕТРОЛОГОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Аннотация: рассмотрены методы формирования содержания обучения будущих инженеров-метрологов на основе дидактической редукции. Предложено использование интегрального моделирования, кластеризации, методов визуализации содержания. Установлено соответствие предложенных методов предметной области жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: содержание обучения, инженер-метролог, дидактическая редукция, жилищно-коммунальное хозяйство, высшее образование.

Nadiia Bielikova, Daniil Shmatkov

An extended abstract of a paper on the subject of:

“Methods of forming a learning content for future engineers-metrologists on the public utilities subject area”

Problem setting. *Public utilities are a basic element of social infrastructure, which has a primary impact on the level and quality of the population life and provides opportunities for the development of human potential. The system of communications and equipment included in the public utilities services, due to its complexity and branching, provides an opportunity to conduct a large number of measurements which are extremely important for the metrology specialists. This fact creates a considerable amount of information, so it is advisable for both teachers and students of higher education institutions to be able to structure and organize it to identify key and secondary information, which will facilitate its analysis and improve the quality of public utilities services in the future.*

Recent research and publications analysis. *Didactic reduction of subject content is one of the most effective ways of teaching complex issues (Lendzian H. & Körner H, 2018; Shmatkov et. al, 2019). According to the approach, additional information, which is not absolutely*

necessary to teach a new subject, is deliberately avoided in order to allow students to focus on issues of paramount importance (Lendzian H. & Körner H, 2018). However, in life outside mathematical problems are rarely considered from a didactic point of view (Lendzian H. & Körner H, 2018). In addition, to create an effective learning environment, it is not enough to reduce the level of complexity (Grillenberger, A., Przybylla, & Romeike, 2016), it is necessary to provide all additional aids so that students can focus on learning goals (Herta et. al, 2019). Complex knowledge can be quite understandable to students, so didactic reduction should be applied in the light of these circumstances (Köller et. al, 2019) including together with the aids.

According to a didactic reduction method educational materials are developed (Hidayah, Kaniawati, & Anwar, 2019). In addition to providing suitable teaching material, the central factor for successful learning is adequate training and qualification of teachers to use such methods (Lindner & Romeike, 2019). Scientists emphasize the need

to develop rules for the creation and implementation of didactic reduction for teachers (Drackert, & Stadler, 2019).

Along with deliberate pedagogical reduction of the content complexity, methods and means of sorting and structuring what may be relevant are important (Mäkitalo, Nicewonger, & Elam, 2019). Thus, developing methods and tools for teaching the most important aspects of content in a limited time (Shmatkov & Shelkovyj, 2018) is an urgent task. Given the metrological direction of the considered learning process, this task is complicated by the need to teach large data sets of the relevant measurements results. Therefore, the above questions needs detailed analysis.

Paper objective. The article is aimed at achieving the objective of developing methods for forming the learning content in the public utilities subject area and to suggest ways to use them in the educational system.

Paper main body. A comprehensive method is proposed to handle large volumes of data. To implement the method, it is necessary to form the initial set of research objects and partial indicators for their evaluation; calculate the integral index of generalized evaluation for each object; simulate the impact of each partial indicator on changes in the integral index and identify those that have the least impact; cluster the study objects and reduce the objects by their average characteristics; visualize the content and provide appropriate conclusions.

Detailed description of the method is suggested on the example of evaluating the performance of water and heat services. 24 administrative units of Ukraine were the objects of the study. A set of partial indicators (a total of 13 indicators) was formed. The set is based on available statistical data. The data reflects aspects of public utilities services such as volumes of lifted water, water supplied to the systems,

treated water; volumes of produced thermal energy, loss of conventional fuel, etc.

All outputs were divided into stimulants and destimulants, and by the entropy method two integral indexes were calculated to characterize the generalized performance of water and heat services. A regression analysis was performed. The significance of the impact of each partial indicator on changes in the integral performance indicators of the water and heat services was determined.

Cluster analysis was performed with three clustering methods (hierarchical, k-medium, and two-sided), which allowed us to identify three clusters with high, medium, and low levels of water and heat services performance, and to determine that the most suitable method is k-medium method.

The matrix approach was applied and the matrix “Efficiency of water supply system –Efficiency of operation of thermal economy” was constructed. The golden ratio method was used to determine the boundaries of the quadrants.

Thus, the proposed comprehensive method of forming the learning content through the didactic reduction include tools for reflection of the subject area of public utilities services and can be used both during the development of the curricula by educators, and during the learning sessions of future engineers.

Conclusions of the research. The method of forming the learning content and its reduction using mathematical modeling on the example of water and heat services was described. Recommendations on the interpretation of the results obtained at each stage of the method are given. The prospect for further research is to develop a methodology for the formation of multivariate training cases using didactic reduction for the specialists in the field of metrology.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Важливість розробки змісту навчання предметної галузі житлово-комунального господарства підкреслено ще у 1996 році

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

у Постанові Кабінету Міністрів України №150 “Про Концепцію розвитку житлово-комунального господарства”. Концепцію було змінено у 2004 році, але теза про необхідність структурної перебудови та організаційних перетворень у галузі «удосконалення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів галузі шляхом приведення змісту, форм і методів навчання у відповідність до вимог ринкової економіки» залишилася в документі. Указом Президента України № 344/2013 “Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року” чітко визначено таку проблему як “недостатня орієнтованість структури і змісту професійно-технічної, вищої і післядипломної освіти на потреби ринку праці та сучасні економічні виклики”.

Житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є базовим елементом соціальної інфраструктури, що здійснює першочерговий вплив на рівень та якість життя населення й забезпечує можливості для розвитку людського потенціалу. Система комунікацій та устаткування, що входять до ЖКГ, внаслідок своєї складності та розгалуженості дозволяє здійснювати велику кількість вимірювань, що є актуальним для підготовки спеціалістів-метрологів. При цьому формується значний обсяг інформації, тому як викладачам, так і студентам вищих навчальних закладів доцільно вміти його структурувати та систематизувати для визначення ключової та другорядної інформації, що полегшить її аналіз та підвищить якість управління ЖКГ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв’язання цієї проблеми і на які спирається автор. Дидактичне скорочення предметного змісту є одним з найбільш ефективних способів навчання складним темам [1 – 4]. Відповідно до підходу, додаткова інформація, яка не є абсолютно необхідною для навчання нового предмета, навмисно уникається для того,

щоб дозволити студентам зосередитися на питаннях найбільшої важливості [1]. Однак в житті математичні проблеми рідко розглядаються дидактично [1]. Крім того, для створення ефективного навчального середовища, недостатньо знизити рівень складності [5], необхідно надати усі додаткові допоміжні засоби – таким чином студенти можуть зосередитись на навчальних цілях [6]. При цьому, складні знання можуть бути цілком зрозумілими студентам, тому дидактичне скорочення повинно застосовуватись з огляду на ці обставини [7] разом із допоміжними засобами.

Поряд із навмисним педагогічним зменшенням складності питань, важливе значення мають методи та засоби сортування того, що може бути актуальним [8]. Таким чином, розробка методів та засобів навчання найголовніших аспектів тем в умовах обмеженого часу [9] є актуальним завданням.

Відомим є метод дидактичної редуції, відповідно до якого навчальні матеріали розробляються з використанням методу чотириступінчастої розробки на засадах дидактичної редуції [10]. Зокрема, навчальні матеріали, розроблені у дослідженні [10], можуть надати значний досвід навчання, допомогти учням при проектуванні сейсмостійких будівель і сейсмографів відповідно до цілей навчання. Однак, крім надання адекватного навчального матеріалу, центральним чинником для успішного навчання, крім дидактичного скорочення змісту предметної галузі, є відповідна підготовка і кваліфікація вчителів до застосування подібних методів [11]. Необхідність розробки правил створення і реалізації дидактичної редуції для викладачів підкреслюють і інші вчені [12].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. По-перше, учені здебільшого зосереджуються на розробці загальних засад дидактичної редуції або збільшенні ефективності на-

*ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ
МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ*

вчання окремих аспектів курсів, не приділяючи достатньої уваги розробці подібних методів щодо конкретних курсів у цілому. По-друге, враховуючи метрологічний напрям підготовки студентів, які розглядаються, формування змісту їхнього навчання ускладнюється необхідністю роботи з великими масивами даних результатів відповідних вимірювань. Розробці методів дидактичної редукції змісту навчання таких фахівців приділено недостатньо уваги. По-третє, складність предметної галузі вимагає відповідної підготовки викладача і надання йому адекватних інструментів. Зазначені інструменти описано в науковій літературі у дещо узагальненому вигляді і це питання потребує уточнення.

Формулювання цілей статті.

Статтю спрямовано на досягнення мети розробити методи формування змісту навчання майбутніх інженерів-метрологів предметної галузі житлово-комунального господарства та запропонувати шляхи їх використання в системі підготовки майбутніх фахівців.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для формування змісту навчання майбутніх інженерів-метрологів предметної галузі житлово-комунального господарства, що включає великі обсяги даних (вимірю-

вань, показників, об'єктів) запропоновано комплексний метод, в рамках якого формують вихідну сукупність об'єктів дослідження та часткових показників для їхнього оцінювання; розраховують інтегральний показник узагальненого оцінювання за кожним об'єктом; моделюють вплив кожного часткового показника на зміни інтегрального показника та визначають показники, що здійснюють найменший вплив; кластеризують об'єкти дослідження та здійснюють редукцію об'єктів за їх усередненими характеристиками; візуалізують результати дослідження та формують відповідні висновки.

Реалізацію методу наведено на прикладі формування змісту навчання за результатами оцінювання результативності роботи водопровідного та теплового господарств, як складових ЖКГ, для чого були введені відповідні компоненти: результативність роботи водопровідного господарства ($P_{ВГ}$), та результативність роботи теплового господарства ($P_{ТГ}$). Під результативністю роботи розуміється комплексний показник, який відображає кількісні результати досягнення об'єктом дослідження мети свого функціонування. Об'єктами дослідження за обома компонентами виступили 24 адміністративно-територіальні одиниці України.

Частковими показниками оцінки компоненти $P_{ВГ}$ та $P_{ТГ}$ є такі (табл. 1).

Таблиця 1

Часткові показники оцінки компонент $P_{ВГ}$ та $P_{ТГ}$		
Номер	Назва	Тип
Компонента $P_{ВГ}$		
e.1	Обсяг піднятої води насосними станціями першого підйому, тис. м ³	Стимулятор
e.2	Обсяг піднятої підземної води насосними станціями першого підйому, тис. м ³	Стимулятор
e.3	Подано води у мережу, тис. м ³	Стимулятор
e.4	Очищено води на очисних спорудах, тис. м ³	Стимулятор
e.5	Витік та невраховані витрати води, тис. м ³	Дестимулятор
e.6	Відпущена споживачам вода, яка за якістю не відповідає стандартам щодо питної води, тис. м ³	Дестимулятор
Компонента $P_{ТГ}$		
e.7	Вироблено теплової енергії котельнями потужністю до 3 Гкал/год, тис. Гкал	Стимулятор
e.8	Вироблено теплової енергії котельнями потужністю від 3 до 20 Гкал/год, тис. Гкал	Стимулятор

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

Продовження таблиці

e.9	Вироблено теплової енергії котельнями потужністю 20 до 100 Гкал/год, тис. Гкал	Стимулятор
e.10	Вироблено теплової енергії котельнями потужністю від 100 Гкал/год, тис. Гкал	Стимулятор
e.11	Втрати теплової енергії за рік, тис Гкал	Дестимулятор
e.12	Витрати умовного палива за нормою, тис. тонн	Дестимулятор
e.13	Витрати умовного палива фактично, тис. тонн	Дестимулятор

Як видно з табл. 1, сукупність часткових показників для оцінки компонент РВГ та РТГ було розділено на стимулятори та дестимулятори відповідно до їхнього впливу на систему, що оцінюється (водопровідне й теплове господарства). Стимуляторами визначено показники, збільшення значень яких підвищує результативність роботи об'єкту дослідження, дестимуляторами – зростання яких знижує результативність роботи

об'єкту дослідження. Значення часткових показників для об'єктів дослідження формується на основі використання статистичних джерел [13] і стандартизуються за відповідними формулами (табл. 2).

При аналізі часткових показників, що характеризують водопровідне та теплове господарства, доцільно звернути увагу на диференціацію об'єктів дослідження за їхніми значеннями.

Таблиця 2

Стандартизовані значення часткових показників оцінки компонент Р_{ВГ} та Р_{ТГ}

Об'єкт дослідження	Р _{ВГ}						Р _{ТГ}						
	e.1	e.2	e.3	e.4	e.5	e.6	e.7	e.8	e.9	e.10	e.11	e.12	e.13
Україна (сер. знач.)	0,180	0,235	0,139	0,154	0,832	0,832	0,280	0,353	0,298	0,190	0,809	0,794	0,795
Вінницька	0,086	1,000	0,049	0,097	0,055	0,945	0,263	0,207	0,207	0,116	0,874	0,894	0,891
Волинська	0,047	0,229	0,027	0,057	0,026	0,974	0,227	0,371	0,120	0,063	0,938	0,911	0,909
Дніпропетровська	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,996	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Донецька	0,251	0,155	0,389	0,340	0,508	0,492	0,519	0,934	0,821	0,154	0,726	0,628	0,636
Житомирська	0,089	0,013	0,052	0,120	0,111	0,889	0,404	0,591	0,217	0,018	0,940	0,888	0,886
Закарпатська	0,283	0,172	0,179	0,270	0,247	0,753	0,149	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000
Запорізька	0,125	0,266	0,076	0,099	0,038	0,962	0,188	0,306	0,521	0,478	0,719	0,678	0,670
Івано-Франківська	0,103	0,024	0,072	0,072	0,063	0,937	0,149	0,078	0,068	0,046	0,920	0,954	0,954
Київська	0,000	0,080	0,000	0,000	0,006	0,994	0,644	0,641	0,436	0,175	0,881	0,805	0,818
Кіровоградська	0,285	0,970	0,206	0,012	0,439	0,561	0,041	0,135	0,140	0,066	0,936	0,941	0,941
Луганська	0,130	0,039	0,075	0,133	0,109	0,891	0,039	0,111	0,125	0,093	0,938	0,897	0,900
Львівська	0,370	0,139	0,230	0,347	0,267	0,733	0,592	0,397	0,312	0,312	0,718	0,726	0,745
Миколаївська	0,170	0,331	0,096	0,079	0,104	0,896	0,235	0,085	0,233	0,083	0,886	0,920	0,920
Одеська	0,035	0,191	0,022	0,042	0,000	1,000	0,363	0,241	0,262	0,376	0,768	0,748	0,744
Полтавська	0,057	0,263	0,036	0,000	0,027	0,973	0,346	0,793	0,201	0,152	0,763	0,631	0,625
Рівненська	0,019	0,135	0,011	0,012	0,004	0,996	0,176	0,158	0,317	0,048	0,931	0,915	0,912
Сумська	0,579	0,191	0,347	0,540	0,499	0,501	0,092	0,429	0,537	0,148	0,766	0,813	0,817
Тернопільська	0,101	0,393	0,063	0,000	0,044	0,956	0,010	0,056	0,227	0,021	0,970	0,961	0,962
Харківська	0,075	0,268	0,045	0,037	0,050	0,950	0,615	1,000	0,378	0,674	0,278	0,253	0,250
Херсонська	0,079	0,066	0,047	0,083	0,045	0,955	0,089	0,102	0,051	0,096	0,924	0,939	0,939
Хмельницька	0,033	0,006	0,013	0,047	0,031	0,969	0,065	0,278	0,448	0,045	0,901	0,901	0,898
Черкаська	0,053	0,250	0,033	0,002	0,015	0,985	0,306	0,262	0,167	0,221	0,815	0,816	0,829
Чернівецька	0,180	0,235	0,139	0,154	0,832	0,832	0,000	0,036	0,029	0,040	0,980	0,983	0,982
Чернігівська	0,086	1,000	0,049	0,097	0,055	0,945	0,200	0,269	0,335	0,126	0,846	0,851	0,851
Стандартне відхилення	0,224	0,260	0,215	0,229	0,277	0,240	0,241	0,305	0,236	0,231	0,223	0,229	0,229
Вектор	0,155	0,180	0,149	0,159	0,192	0,166	0,142	0,180	0,139	0,136	0,131	0,135	0,135

*ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ
МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ*

Подання інформації у такому вигляді ускладнює аналіз, тому під час формування та висвітлення змісту навчання предметної галузі житлово-комунального господарства та його

редукції із застосуванням математичного моделювання запропоновано розрахувати інтегральні показники для узагальненої оцінки компонент R_{BG} та R_{TG} за методом ентропії [14] (рис. 1, 2).

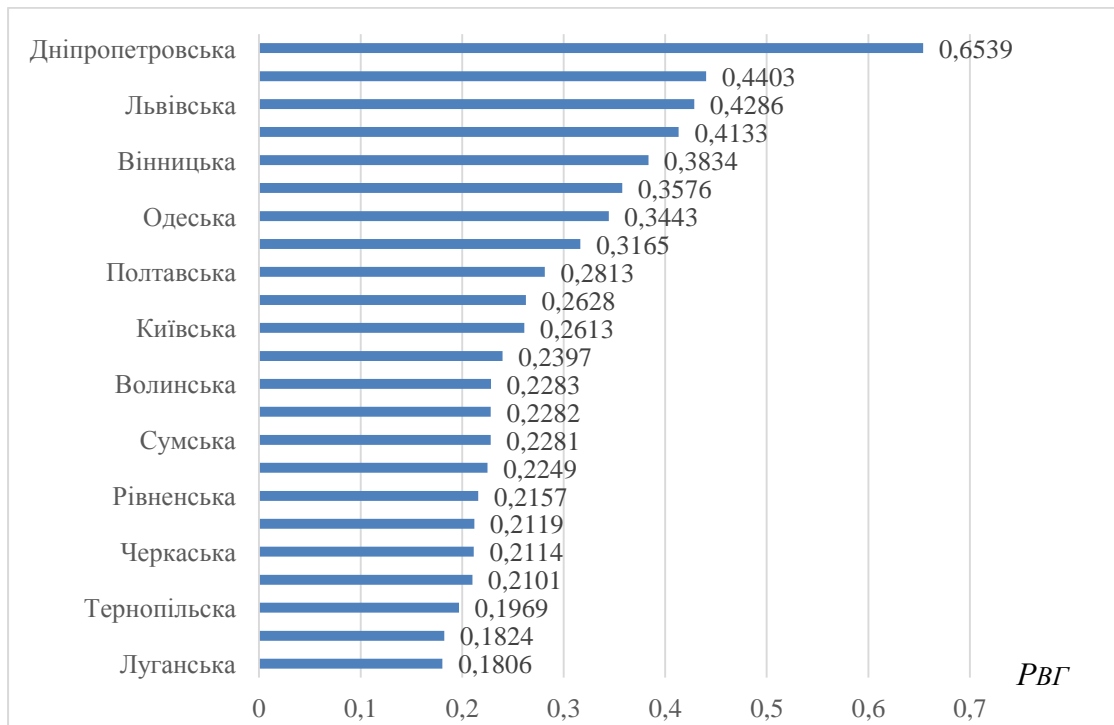


Рис. 1. Розподіл об'єктів дослідження за значеннями інтегрального показника оцінки компоненти R_{BG}

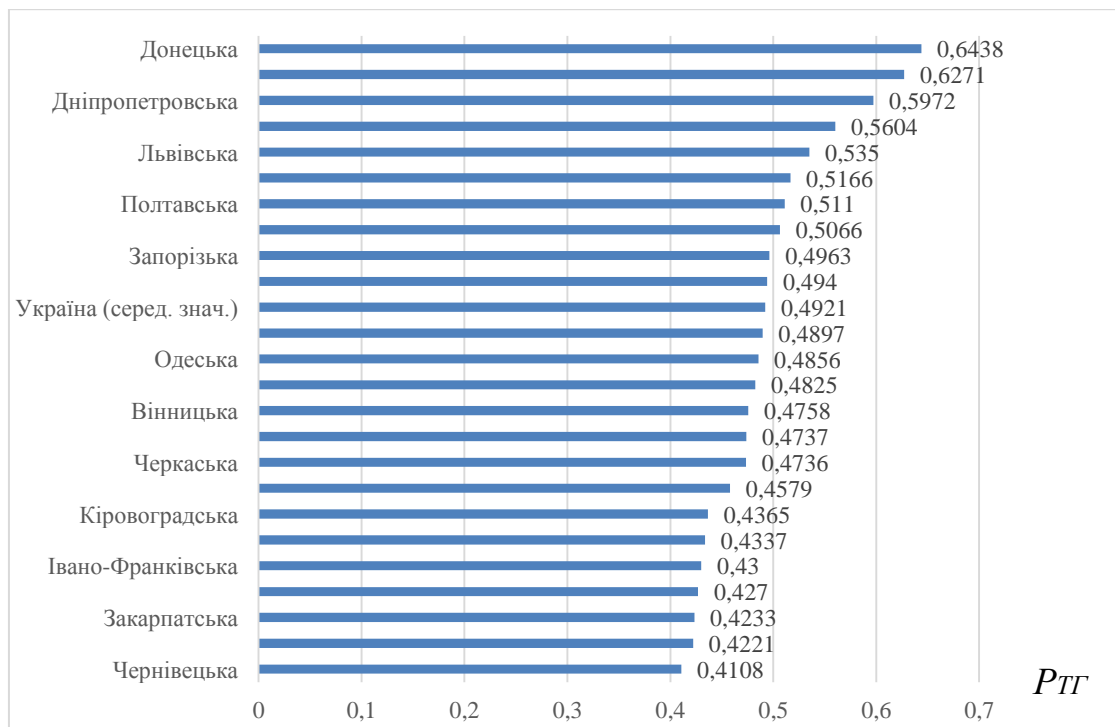


Рис. 2. Розподіл об'єктів дослідження за значеннями інтегрального показника оцінки компоненти R_{TG}

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

Таким чином, лідерами за інтегральною оцінкою компоненти $R_{ВГ}$ в Україні були Дніпропетровська, Харківська, Львівська області. В процесі навчання під час роботи над висновками доцільно проаналізувати одержані результати та виділити лідерів, аутсайдерів (Тернопільська, Чернівецька, Луганська) та ті об'єкти дослідження, що знаходяться на рівні, близькому до середнього по країні (Вінницька, Львівська області). Окремо слід звернути увагу на те, що високого рівня розвитку цієї компоненти не досяг жоден об'єкт дослідження.

Лідерами за інтегральною оцінкою компоненти $R_{ТГ}$ були Донецька, Дніпропетровська та Київська області. Розбіжності між об'єктами дослідження за інтегральним показником оцінки $R_{ТГ}$ незначні:

його діапазон в досліджуваному періоді становить (0,4108; 0,6438). Найбільше низьке значення інтегрального показника мала Чернівецька область.

У такому вигляді зміст навчання складових водопровідного та теплового господарств представлений відповідно до першого рівня оволодіння професійною компетентністю з моделювання процесів і систем "Симпліфікація" [15; 16].

Для редукції змісту навчання на рівнях оволодіння професійною компетентністю з моделювання процесів і систем "Трансформація", "Інтерпретація" та "Валідація" [15; 16] запропоновано провести оцінки впливу кожного часткового показника на зміни відповідних інтегральних показників за методом множинної регресії (табл. 3).

Таблиця 3

Параметри регресійної моделі для визначення вагомості впливу часткових показників на зміни інтегральних показників оцінки результативності роботи складових ЖКГ ($R_{ВГ}$ та $R_{ТГ}$)

$R_{ВГ}$		Достовірність моделі (R^2)	$R_{ТГ}$		Достовірність моделі (R^2)
Стандартизовані коефіцієнти моделі (β)			Стандартизовані коефіцієнти моделі (β)		
e.1	0,301	0,9453	e.7	0,551	1,0000
e.2	0,413		e.8	0,883	
e.3	0,274		e.9	0,528	
e.4	0,322		e.10	0,505	
			e.11	-0,470	
			e.12	-0,500	
			e.13	-0,500	

Достовірність одержаних результатів перевіряється за критеріями R^2 (0,9453 та 1,0000), скоректований R^2 (0,9247 та 1,0000), стандартна помилка оцінювання (0,031 та 0,0000011).

Проведені розрахунки дозволили визначити впливи часткових показників оцінки результативності роботи водопровідного господарства:

- піднято води насосними станціями першого підйому ($\beta=0,301$);
- піднято підземної води насосними станціями першого підйому ($\beta=0,413$);

- подано води у мережу ($\beta = 0,274$);
- очищено води на очисних спорудах ($\beta=0,322$).

Теплового господарства:

- вироблено теплової енергії котельнями потужністю до 3 Гкал/год ($\beta = 0,551$);
- вироблено теплової енергії котельнями потужністю від 3 до 20 Гкал/год ($\beta = 0,883$);
- вироблено теплової енергії котельнями потужністю 20 до 100 Гкал/год ($\beta = 0,528$);

*ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ
МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ*

- вироблено теплової енергії котельнями потужністю від 100 Гкал/год ($\beta=0,505$);

- витрати умовного палива за нормою ($\beta = - 0,500$);

- витрати умовного палива фактично ($\beta = - 0,500$).

Показники «витік» та «невраховані витрати води» відпущена споживачам вода, яка за якістю не відповідає стандартам щодо питної води та втрати теплової енергії за рік чинять найменший вплив на інтегральні показники оцінки результативності роботи водопровідного та теплового господарств і можуть бути редуковані або вивчатися за умови наявності доступного часу. Інтерпретуючи статистичні дані [13], зазначені показники знахо-

дяться на задовільному рівні (вода відповідає стандартам, втрати теплової енергії є низькими тощо). Варто зазначити, що розглядаючи формування змісту, наприклад в системі навчання майбутнього інженера-еколога, перелік стимуляторів та дестимуляторів буде мати інший вигляд, і, відповідно, зміниться перелік питань, що підлягають розгляду під час навчання.

Для структуризації інформації щодо сукупності об'єктів дослідження запропоновано здійснення кластерного аналізу (табл. 4). Методом k-середніх створено три кластери об'єктів дослідження, які характеризують низький, середній та високий рівні оцінки результативності роботи водопровідного господарства.

Таблиця 4

Результати кластеризації об'єктів дослідження за значеннями часткових показників оцінки результативності роботи водопровідного господарства методом k-середніх

Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3	
Склад кластеру	Евклідова відстань	Склад кластеру	Евклідова відстань	Склад кластеру	Евклідова відстань
Дніпропетровська	0,341924	Волинська	0,045990	Вінницька	0,123699
Донецька	0,223728	Житомирська	0,069950	Львівська	0,123699
Харківська	0,144927	Запорізька	0,154484		
		Київська	0,045482		
		Кіровоградська	0,059395		
		Луганська	0,079158		
		Миколаївська	0,062219		
		Одеська	0,202770		
		Полтавська	0,075289		
		Рівненська	0,055440		
		Сумська	0,060891		
		Тернопільська	0,064222		
		Херсонська	0,098657		
		Хмельницька	0,048375		
		Черкаська	0,045796		
		Чернівецька	0,079898		
		Чернігівська	0,061327		

До кластеру 1 віднесено лідерів за частковими показниками оцінки компоненти R_{BG} (Дніпропетровська, Донецька, Харківська області). Типовим представником кластеру, за найменшим значенням евклідової відстані до центру кластеру, є Харківська область. До кластеру 2 потра-

пили 17 об'єктів з низькими значеннями досліджуваних показників. Типовим представником кластеру є Київська область. До кластеру 3, який містить об'єкти з середніми значеннями часткових показників оцінки результативності роботи во-

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

доповідного господарства, потрапили дві області України.

З метою порівняння різних методів кластерного аналізу кластеризація об'єктів дослідження за вихідними част-

ковими показниками оцінки компоненти R_{TG} проведена методом кластерних дерев (рис. 3) та двостороннього приєднання (рис. 4).

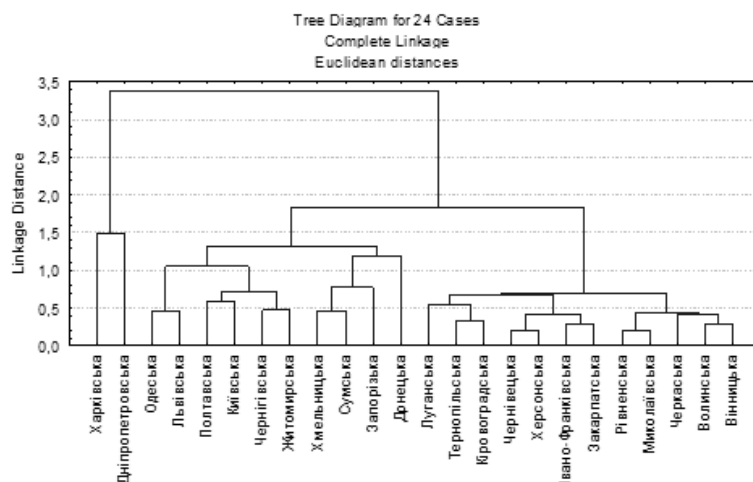


Рис. 3. Результати кластеризації об'єктів дослідження за значеннями часткових показників оцінки результативності роботи теплового господарства методом кластерних дерев

Для кластеризації необхідно обрати значення евклідової відстані для об'єднання об'єктів дослідження у клас-

тер (чим вона буде більшою, тим більш несхожі об'єкти поєднуються в один кластер).

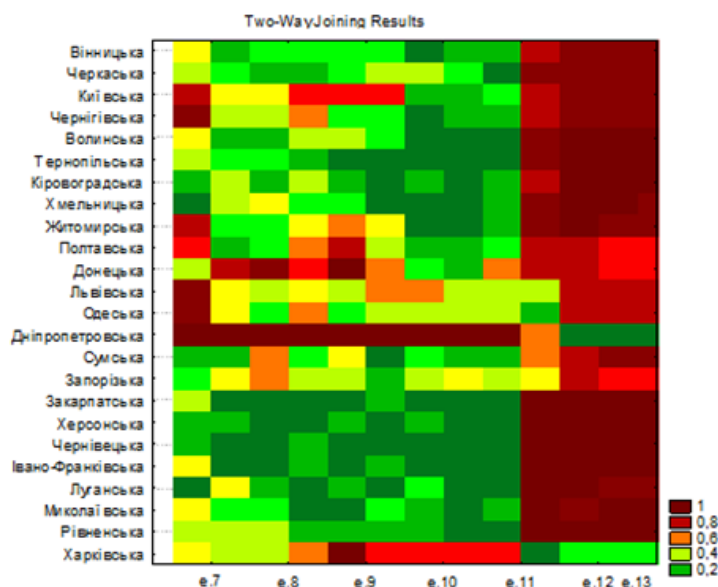


Рис. 4. Результати кластеризації об'єктів дослідження за значеннями часткових показників оцінки результативності роботи теплового господарства методом двостороннього приєднання

Таким чином, кластер 1 характеризується високим рівнем результативності компоненти R_{TG} , до нього потрапили Дніпропетровська та Харківська області. Кластер 2 – середнім рівнем результатив-

ності роботи теплового господарства, до нього увійшли 8 об'єктів дослідження, типовий представник – Київська область. До кластеру 3 потрапили об'єкти з низькими значеннями часткових показників

оцінки результативності роботи теплового господарства, а типовим представником визначено Рівненську область. Таким чином, в межах дидактичної редукції здійснюється структуризація змісту навчання майбутніх інженерів-метрологів предметної галузі житлово-комунального господарства.

Для подальшої візуалізації запропоновано використовувати матричний підхід, який має значний розвиток та розповсюдження на педагогічні дослідження. Перевагами застосування матричного підходу для різних сфер є досягнення наочного візуального відображення результатів дослідження, що полегшує їх інтерпретацію та можливість одержання однорідних груп об'єктів дослідження через позиціонування їх у різних квадрантах матриць. Одержавши групу об'єктів під час дослідження можна виокремлювати їх спільні характеристики.

Для визначення границь квадрантів матриць діапазон значень інтегральних показників оцінки результативності роботи водопровідного й теплового господарств можна поділити на три частини методом золотого перетину – пропорційного ділення відрізка на нерівні частини, при якому весь відрізок так відноситься до більшої частини, як найбільша частина відноситься до меншої; або менший відрізок так відноситься до більшого, як більший до всього [17]:

$$\frac{YB}{AB} = \frac{AB}{YA} = \alpha, \quad (1)$$

де YB , AB , YA – частини відрізка або чисельного ряду.

Залежно від визначених умов та особливостей розвитку об'єктів дослідження, а також властивостей та ролі, яку вони виконують у системі, виокремлюється дев'ять функцій розподілу вибірки, що досліджується: хаос, розвиток елементів, розвиток властивостей, розвиток відносин, баланс функцій розвитку і збереження, збереження відносин, збереження властивостей, збереження елементів, ко-

лапс [17]. Об'єкти водопровідного та теплового господарств можна розглядати як системи із зв'язками та елементами. Оскільки розвиток цієї системи незбалансований, то найбільш придатною функцією для описання цих процесів можна визначити функцію “розвиток елементів” з відповідним процентним розподілом частин діапазону значень: 40,6%; 32,8%; 26,5%.

Отже, використання функції розвитку елементів дозволяє одержати такі інтервали розподілу значень інтегральних показників: (0,0; 0,328) – низький рівень, (0,329; 0,735) – середній рівень, (0,736; 1,0) – високий рівень. На цій основі визначають границі квадрантів матриць.

Позиціонування об'єктів дослідження в площині “Результативність роботи водопровідного господарства – Результативність роботи теплового господарства” представлено на рис. 5. На рис. 5 використано наступні скорочення: ВВ – високий рівень результативності роботи водопровідного господарства – високий рівень результативності роботи теплового господарства; ВС – високий рівень результативності роботи водопровідного господарства – середній рівень результативності роботи теплового господарства; ВН – високий рівень результативності роботи водопровідного господарства – низький рівень результативності роботи теплового господарства; СВ – середній рівень результативності роботи водопровідного господарства – високий рівень результативності роботи теплового господарства; СС – середній рівень результативності роботи водопровідного господарства – середній рівень результативності роботи теплового господарства; СН – середній рівень результативності роботи водопровідного господарства – низький рівень результативності роботи теплового господарства; НВ – низький рівень результативності роботи водопровідного господарства – високий рівень результативності роботи теплового господарства; НС – низький рівень результативності роботи водопровідного господарства – середній

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

рівень результативності роботи теплового господарства; НН – низький рівень результативності роботи водопровідного

господарства – низький рівень результативності роботи теплового господарства.

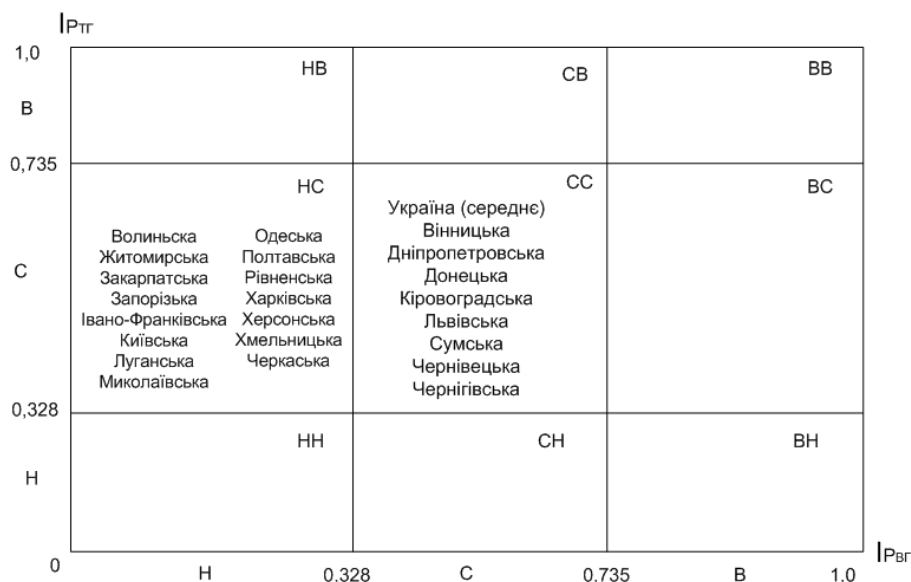


Рис. 5. Позичіонування об'єктів дослідження в площині "Результативність роботи водопровідного господарства – Результативність роботи теплового господарства"

Див. вимоги щодо оформлення рисунків (діаграми не повинні подаватися у вигляді вставленого рисунку, діаграма повинна бути оформлена з використанням інструментарію Ворд (вставка – діаграма), тобто діаграма повинна бути складена "вручну" з дотриманням вимог про розміри та тип шрифтів у її межах)

Як видно з рис. 5, більшість регіонів України (62,5% від їх загальної кількості) потрапили до квадранту НС, що характеризується низькою результативністю роботи водопровідного господарства та середньою результативністю роботи теплового господарства. До квадранту СС потрапили ті об'єкти, що мали середню результативність роботи водопровідного й теплового господарств. Як бачимо, квадранти ВВ, СВ та ВС залишилися пустими, що свідчить про необхідність модернізації устаткування водопровідного та теплового господарств й підвищення результативності їхньої роботи.

Таким чином, запропонований комплексний метод для системи підготовки майбутніх фахівців відповідає заса-

дам дидактичної редукції [1–4, 18], адже надає учасникам навчального процесу адекватний математичний інструментарій роботи зі змістом предметної галузі, що характеризується значним обсягом інформації. Запропоноване науково обґрунтоване поєднання методів редукції змісту навчання включає в себе засоби всебічного відображення предметної галузі житлово-комунального господарства і може застосовуватись як під час формування навчальних програм працівниками вищої освіти, так і під час аудиторних занять майбутніх інженерів-метрологів.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Отже, розглянуто етапи застосування комплексного методу формування змісту навчання та його редукції із використанням математичного моделювання на прикладі водопровідного та теплового господарств ЖКГ, що дозволяє викладачу впровадити науково обґрунтовані методи під час формування відповідного змісту, а майбутнім фахівцям в оволодіти методиками оцінки стану галузі в

регіонах у процесі навчальної та професійної діяльності. Обґрунтовано складові процесу формування змісту навчання предметної галузі житлово-комунального господарства та його редукції із застосуванням математичного моделювання. Надано рекомендації щодо інтерпретації одержаних результатів на кожному етапі

реалізації методу під час використання в системі підготовки майбутніх фахівців. Перспектива подальших розвідок полягає у розробці методики формування багатоваріантних навчальних кейсів з використанням дидактичної редукції для підготовки спеціалістів у сфері метрології.

Список літератури:

1. Lenzian, H., Körner H. (2018) "Finanzanalyse eines Klimaschutzprojektes", In: Greefrath G., Siller HS. (eds) "Digitale Werkzeuge, Simulationen und mathematisches modellieren, realitätsbezogen im Mathematikunterricht, Springer Spektrum", Wiesbaden, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-658-21940-6_9

2. Shmatkov, D., Bielikova, N., Antonenko, N., Shelkovyj, A. (2019) "Developing an environmental monitoring program based on the principles of didactic reduction", *European Journal of Geography*, 10(1), pp. 99 – 116

3. Шматков Д., Белікова Н., Шелковий О. Вертикальна редукція змісту навчання теми "Спостереження за відходами" дисципліни "Моніторинг середовища існування" [електронний ресурс] / Д. Шматков, Н. Белікова, О. Шелковий // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – № 61. – 2018. – С. 83 – 94. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2018-61-83>

4. Белікова Н. В., Шматков Д. І., Шелковий О. О. Редукція змісту навчання моніторингу стану водних ресурсів середовища існування / Н. В. Белікова, Д. І. Шматков, О. О. Шелковий // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – №174. – 2019. – С. 26 – 31

5. Grillenberger, A., Przybylla, M., Romeike, R. (2016) "Bringing CS innovations to the classroom: a process model of educational reconstruction", "Proceeding International Conference on Informatics in Schools ISSEP 2016", Münster, Germany

6. Herta, C., Voigt, B., Baumann, P., Strohmenger, K., Jansen, C., Fischer, O., Zhang, G., Hufnagel, P. (2019) "Deep teaching: materials for teaching machine and deep learning", In HEAD'19, 5th International Conference on Higher Education Advances, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 1153 – 1131

7. Köller, O., Magenheimer, J., Molitor, H., Ramseger, J., Steffensky, M., Wiesmüller, C., Wollring, B. (2019) "Zieldimensionen für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren früher MINT-Bildung", Verlag Barbara Budrich

8. Mäkitalo, Å., Nicewonger, T. E., Elam, M. (2019) "Designs for experimentation and inquiry: approaching learning and knowing in digital transformation", Routledge

9. Шматков Д. І., Шелковий О. О. (2018) Формування змісту навчання моніторингу атмосферного повітря середовища існування на засадах дидактичної редукції [електронний ресурс] / Д. І. Шматков, О. О. Шелковий // Педагогіка безпеки. – № 3(2). – С. 160 – 170. – Режим доступу: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2019-3-2-160-170>

10. Hidayah, D. N., Kaniawati, I., Anwar, S. (2019) "Development of The Earthquake STEM Teaching Materials", 1st International seminar STEMEIF (Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning International Forum), Purwokerto April 25th 2019

11. Lindner, A., Romeike, R. (2019) "Teachers' perspectives on artificial intelligence", In 12th International conference on informatics in schools, "Situation, evaluation and perspectives", ISSEP

12. Drackert, A., Stadler, W. (2019) "Leistungsbeurteilungskompetenz stärken–

Von der Theorie zur Praxis am Beispiel eines Lehrszenarios zur Verbesserung von Hörverstehensaugabe im Russischunterricht", *Didaktik der slawischen Sprachen*, p. 309

13. Державна служба статистики. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах у 2018 році [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. Васильев В. И., Красильников В. В., Плаксий С. И., Тягунова Т. Н. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы / В. И. Васильев, В. В. Красильников, С. И. Плаксий, Т. Н. Тягунова // – М.: Издательство ИКАР. – 2004

15. Maab, K. (2006) "What are modeling competencies?", *ZDM*, no. 38(2), pp. 113 – 142

16. Kaiser, G., Brand, S. (2015) "Modeling competencies: past development and further perspectives", In *Mathematical modelling in education research and practice*, pp. 129 – 149, Springer, Cham

17. Измаилов А. Ф., Солодов М. В. Численные методы оптимизации / А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов // – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2005.

18. Hazzan, O., Lapidot, T., Ragonis, N. (2015) "Guide to teaching computer science: an activity-based approach", Springer

References:

1. Lenzian, H., Körner H. (2018) "Finanzanalyse eines Klimaschutzprojektes", In: Greefrath G., Siller HS. (eds) "Digitale Werkzeuge, Simulationen und mathematisches modellieren, realitätsbezogen im Mathematikunterricht, Springer Spektrum", Wiesbaden, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-658-21940-6_9

2. Shmatkov, D., Bielikova, N., Antonenko, N., Shelkovyj, A. (2019) "Developing an environmental monitoring program based on the principles of didactic reduction", *European Journal of Geography*, 10(1), pp. 99 – 116

3. Shmatkov, D., Bielikova, N., Shelkovyj, O. (2018) "Vertical reduction of the learning content of the topic "Waste observation" of the discipline "Environmental monitoring", "Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity", no. 61, pp. 83 – 94, available at: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2018-61-83>

4. Bielikova, N., Shmatkov, D., Shelkovyj, O. (2019) "Reducing the learning content of the water resources monitoring", *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky*, no. 174, pp. 26 – 31

5. Grillenberger, A., Przybylla, M., Romeike, R. (2016) "Bringing CS innovations to the classroom: a process model of educational reconstruction", "Proceeding International Conference on Informatics in Schools ISSEP 2016", Münster, G

6. Herta, C., Voigt, B., Baumann, P., Strohmeier, K., Jansen, C., Fischer, O., Zhang, G., Hufnagel, P. (2019) "Deep teaching: materials for teaching machine and deep learning", In *HEAD'19, 5th International Conference on Higher Education Advances*, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 1153 – 1131

7. Köller, O., Magenheimer, J., Molitor, H., Ramseger, J., Steffensky, M., Wiesmüller, C., Wollring, B. (2019) "Zieldimensionen für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren früherer MINT-Bildung", Verlag Barbara Budrich

8. Mäkitalo, Å., Nicewonger, T. E., Elam, M. (2019) "Designs for experimentation and inquiry: approaching learning and knowing in digital transformation", Routledge

9. Shmatkov, D., Shelkovyj, A. (2018) "Formation of the Content of the Study of atmospheric air monitoring on the basis of didactic reduction", "Pedahohika bezpeky", no. 3(2), pp. 160 – 170, available at: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2019-3-2-160-170>

10. Hidayah, D. N., Kaniawati, I., Anwar, S. (2019) "Development of The Earthquake STEM Teaching Materials", 1st International seminar STEMEIF (Science, Technology, Engineering and Mathematics

Learning International Forum), Purwokerto April 25th 2019

11. Lindner, A., Romeike, R. (2019) "Teachers' perspectives on artificial intelligence", In 12th International conference on informatics in schools, "Situation, evaluation and perspectives", ISSEP

12. Drackert, A., Stadler, W. (2019) "Leistungsbeurteilungskompetenz stärken– Von der Theorie zur Praxis am Beispiel eines Lehrszenarios zur Verbesserung von Hörverstehensangabe im Russischunterricht", Didaktik der slawischen Sprachen, p. 309

13. "State statistics service of Ukraine. The use of ICT in enterprises in 2018", available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. Vasylev, V. Y., Krasylnykov, V. V., Plakysi, S. Y. Tiahunova, T. N. (2004)

"Statistical analysis of multidimensional objects of arbitrary nature", Moscow: YKAR

15. Maaß, K. (2006) "What are modeling competencies?", ZDM, no. 38(2), pp. 113 – 142

16. Kaiser, G., Brand, S. (2015) "Modeling competencies: past development and further perspectives", In Mathematical modelling in education research and practice, pp. 129 – 149, Springer, Cham

17. Izmailov, A. F., Solodov, M. V. (2005) " Numerical optimization methods ", M.: FIZMATLIT

18. Hazzan, O., Lapidot, T., Ragonis, N. (2015) "Guide to teaching computer science: an activity-based approach", Springer

Стаття надійшла до редколегії 24.05.2020